

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04254574

PUBLICATION DATE : 09-09-92

APPLICATION DATE : 06-02-91

APPLICATION NUMBER : 03035005

APPLICANT : MAZDA MOTOR CORP;

INVENTOR : SHIBATA SHINYA;

INT.CL. : C23C 8/42 C23C 8/22 C23C 8/32 F16H 53/02 F16H 55/06

TITLE : STEEL MEMBER EXCELLENT IN WEAR RESISTANCE AND ITS PRODUCTION

ABSTRACT : PURPOSE: To develop a steel member excellent in wear resistance by highly carburizing a Cr-contg. steel member, internally oxidizing the Cr in the outermost surface, then carburizing and hardening or carbonitriding and hardening the member and further sulfurizing the member.

CONSTITUTION: The base material of a low-alloy steel contg., by weight, 0.5-2.5% Cr and 0.1-0.3% C is highly carburized to internally oxidize the Cr in the outermost surface of the steel member, then carburized and hardened in a low-carbon- potential atmosphere or carbonitrided and hardened to form a metal carbide unprecipitated layer having 2-10 $\mu$ m thickness due to the formation of the solid soln. of the metal carbide, and a metal carbide precipitated layer is formed in the layer directly thereunder. The member is then sulfurized at low temp. to form a sulfurized layer having 2-10 $\mu$ m thickness within the depth of the metal carbide unprecipitated layer. A steel material excellent in initial fitness and wear resistance is obtained in this way.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-254574

(43) 公開日 平成4年(1992)9月9日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C	8/42	8116-4K		
	8/22	8116-4K		
	8/32	8116-4K		
F 1 6 H	53/02			
	55/06			

審査請求 未請求 請求項の数4(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-35005

(22) 出願日 平成3年(1991)2月6日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 柴田 伸也

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

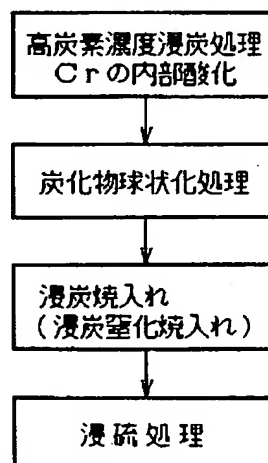
(74) 法定代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 耐摩耗性の優れた鋼部材およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 初期なじみ性の向上と耐摩耗性の向上とを両立させた浸炭焼入れ鋼部材を得る。

【構成】 表面部に炭化物を析出・分散させた浸炭焼入れ鋼において、最表面に形成される浸炭層の深さ以上の深さに炭化物未析出層をあらかじめ形成した後、この層の範囲内に浸炭層を形成させるように低温浸炭処理を行なう。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 最表面層が炭化物の析出されない浸硫層よりなり、この浸硫層の下方に炭化物析出層が形成されていることを特徴とする耐摩耗性の優れた鋼部材。

【請求項2】 上記浸硫層が2～10 $\mu\text{m}$ の深さを有する請求項1記載の鋼部材。

【請求項3】 Crを含有する鋼部材に高炭素濃度浸炭処理を施して、最表面のCrを内部酸化させた後、浸炭焼入れ若しくは浸炭窒化焼入れを行なって、最表面の炭化物未析出層とこの炭化物未析出層直下の炭化物析出層とを形成し、次に上記炭化物未析出層の深さの範囲内に浸硫層が形成されるように浸硫処理を施すことを特徴とする耐摩耗性の優れた鋼部材の製造方法。

【請求項4】 鋼部材に高炭素濃度浸炭処理を施した後、カーボンポテンシャルの低い雰囲気中で浸炭焼入れ若しくは浸炭窒化焼入れを行なって、最表面の炭化物の固溶化による炭化物未析出層と、この炭化物未析出層直下の炭化物析出層とを形成し、次に上記炭化物未析出層の深さの範囲内に浸硫層が形成されるように浸硫処理を施すことを特徴とする耐摩耗性の優れた鋼部材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば自動車の変速機用歯車あるいはカムシャフト等の動弁系部品に用いるのに好適な耐摩耗性の優れた浸炭焼入れ鋼部材の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、耐摩耗性を有する表面硬質層と靱性を有する心部とが要求される鋼部材、例えば自動車の変速機用歯車等においては、上記要求を浸炭焼入れ方法により満たしてきたが、近年、エンジンの高出力化および変速機の軽量小型化に伴って、歯元の曲げ疲労破損および歯面のピッチングや焼付き等が問題になってきた。

【0003】 浸炭焼入れ鋼の耐摩耗性および耐ピッチング性を向上させるには、浸炭表面部に炭化物を均一に析出・分散させることにより、表面硬さを高めるとともに、その軟化抵抗を高めることが有効であることが知られている。例えば本発明者は、あらかじめ高炭素濃度に浸炭後、炭化物球状化処理を施し、その後再加熱浸炭焼入れする方法を提案している（特開平2-34766号公報）。

【0004】 一方、鋼部材の表面の初期なじみ性の観点から耐摩耗性を改善する方法も種々提案されている。このような耐摩耗性改善方法の1つとして低温浸硫処理を施して表面に硫黄を拡散させ、摩擦抵抗を低下させる方法がある。この浸硫処理は処理温度が浸炭焼入れ鋼の焼戻し温度と同程度であるため、基地硬さの低下がなく、従来より浸炭焼入れ鋼にも適用されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、炭化物を析出・分散させた浸炭焼入れ鋼は、表面が極めて硬いため、初期なじみ性が不十分であるという欠点を有し、本来備えている優れた耐摩耗性を十分発揮できていない。そこで浸炭焼入れ鋼の表面に上述した低温浸硫処理を施せばよいと考えられるが、単に低温浸硫処理を施しただけでは、初期なじみが十分に改善されないという問題があった。

【0006】 そこで本発明は、初期なじみ性が十分に改善された耐摩耗性の優れた浸炭焼入れ鋼部材およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、炭化物を析出・分散させた浸炭焼入れ鋼に低温浸硫処理を施す場合、最表面に形成される浸硫層内に炭化物を析出させないようにすれば、初期なじみ性が十分に改善されて耐摩耗性を大きく向上させることができることを見出し、この知見に基づいて本発明をなすに至った。

【0008】 本発明による鋼部材は、最表面層が炭化物の析出されない浸硫層よりなり、この浸硫層の下方に炭化物析出層が形成されていることを特徴とする。

【0009】 また本発明による鋼部材の製造方法は、Crを含有する鋼部材に高炭素濃度浸炭処理を施して、最表面のCrを内部酸化させた後、浸炭焼入れ若しくは浸炭窒化焼入れを行なって、最表面の炭化物未析出層とこの炭化物未析出層直下の炭化物析出層とを形成し、次に上記炭化物未析出層の深さの範囲内に浸硫層が形成されるように浸硫処理を施すことを特徴とする。さらに本発明による鋼部材の製造方法は、鋼部材に高炭素濃度浸炭処理を施した後、カーボンポテンシャルの低い雰囲気中で浸炭焼入れ若しくは浸炭窒化焼入れを施して上記鋼部材の最表面の炭化物の固溶化による炭化物未析出層と、この炭化物未析出層直下の炭化物析出層とを形成し、次に上記炭化物未析出層の深さの範囲内に浸硫層が形成されるように浸硫処理を施すことを特徴とする。

【0010】 すなわち本発明の方法は、表面部に炭化物を析出・分散させた浸炭焼入れ鋼において、最表面に形成される浸硫層の深さ以上の炭化物未析出層をあらかじめ形成した後、この炭化物未析出層の深さの範囲内に浸硫層を形成する低温浸硫処理を施すことを特徴とする。

【0011】 初期なじみ性に関して好ましい浸硫層の深さは2～10 $\mu\text{m}$ である。深さ2 $\mu\text{m}$ 以上で初期なじみ性向上が期待できるが、深さ10 $\mu\text{m}$ を超えると表面形状の変化が過大になり好ましくない。このような深さを有する浸硫層に対応して、炭化物未析出層の深さは3～15 $\mu\text{m}$ とする。

【0012】 炭化物を析出・分散させる浸炭焼入れ鋼において、最表面に炭化物未析出層を形成する方法の1つは、初期に最表面に炭化物の核をつくらないことである。これには表面層のCrを内部酸化させて、炭化物の

3

核が生成されにくくすればよい。また浸炭焼入れ鋼の最表面に析出した炭化物を固溶させることによっても炭化物未析出層を形成することができる。

【0013】本発明において用いられる鋼部材はCr含有鋼である。その好ましい組成を以下に示す。

【0014】Cr：0.5～2.5% 焼入れ性向上元素であるとともに炭化物生成元素であるから0.5%以上必要である。しかしながら2.5%を超えると、焼入れ性が過大となるとともに切削性が悪化し好ましくない。

【0015】C：0.1～0.3% 素材芯部の強度を確保するために0.1%以上必要であり、0.3%を超えると硬くなり過ぎて靱性が低下するとともに切削性が悪化し好ましくない。

【0016】Si：0.05～1.0% 素材芯部の強度向上のため0.05%以上必要であるが、酸化物生成傾向が強く、浸炭表面異常層の生成を助長するとともに、浸炭阻害作用があるため、1.0%以下とする。

【0017】Mn：1.3～1.8% 焼入れ性向上元素であり0.3%以上必要であるが、1.8%を超えると焼入れ性過大となるとともに切削性が悪化するの好ましくない。

【0018】P：不純物であるため、0.030%以下とする。

【0019】S：不純物であるため、0.030%以下とする。

【0020】Ni：必要に応じて2.5%以下 焼入れ性向上元素であるとともに、基地の靱性向上に有効であるが、2.5%を超えるとその効果が飽和し経済性が損われるため好ましくない。

【0021】Mo：必要に応じて0.8%以下 焼入れ性向上元素であるが、0.8%を超えるとその効果が飽和し経済性が損われるため好ましくない。

【0022】

【実施例】以下、本発明による耐摩耗性の優れた鋼部材の製造方法の実施例について、図1のフローチャートおよび図2の浸炭焼入れ工程の熱サイクルを示す図に基づいて説明する。

【0023】まず、Crを含有する鋼部材をその表面炭素濃度が1%以上になるように温度T1にて高炭素濃度浸炭処理を施す。鋼部材の表面炭素濃度が1%未満では、次の冷却工程で、鋼部材の表面硬さを向上させるために必要な量の炭化物の析出が得られないので、表面炭素濃度を1%以上にする必要がある。なお、表面炭素濃度が3%を超えると、炭化物の析出層が過剰になって鋼部材の靱性が低下するとともに、表面炭素濃度が3%を超えるような浸炭ガス濃度になると、炉のスーティングが生じて生産性が損われるので、表面炭素濃度は3%以下が好ましい。この高炭素濃度浸炭処理に伴って、鋼部材の最表面のCrは内部酸化される。

【0024】高炭素濃度浸炭処理を施した後、この鋼部

4

材をA<sub>1</sub>変態点より下の温度になるように冷却して、表面層に最表面を除いて炭化物を析出させる。最表面は初期にCrが内部酸化しているため、最表面には炭化物は析出されない。この場合、鋼部材の表面硬さを増大させて耐ピッチング性を向上させるためには、均一微細な球状炭化物が分布するとともに、網状炭化物が析出しないことが好ましい。また、析出する炭化物の量が面積率で3%未満であるとHv800以上の表面硬さが得られず、30%を超えると靱性が低下するので、炭化物の量は面積率で3～30%が好ましく、5～20%がより好ましい。したがって、このような種類と量の球状炭化物が析出するような条件下で、鋼部材を冷却するのが良い。

【0025】次に0.5～1.0%のカーボンポテンシャル（以下「CP」と呼ぶ）にて、温度条件をA<sub>1</sub>変態点の近傍でかつA<sub>1</sub>変態点より高いT2uと、A<sub>1</sub>変態点の近傍でかつA<sub>1</sub>変態点より低いT2bとに変化させて炭化物球状化処理を行なう。このように鋼部材の温度を変化させると炭化物が球状化する理由は次のとおりである。すなわち、鋼部材の温度がA<sub>1</sub>点より高くなると炭化物は固溶し、A<sub>1</sub>点より低くなると炭化物が析出するが、鋼部材の温度をA<sub>1</sub>点の近傍でかつA<sub>1</sub>点より高いT2uにすると、網状炭化物は分断されて微細な炭化物として残留する。次にこの鋼部材の温度をA<sub>1</sub>点の近傍でかつA<sub>1</sub>点より低いT2bにすると、炭化物は析出時に残留した微細な炭化物を核にして凝集するため球状で析出するためである。

【0026】この炭化物球状化処理の場合のCPが1.0%を超えると、基地中のCが過剰になって炭化物の固溶が進まず、網状炭化物が分断されないの、炭化物の球状化が促進されない。またCPが0.5%未満であると、鋼部材の表面が脱炭するので表面近傍の炭化物の粒径が小さくなり、十分な表面強度が得られない。なお、この炭化物球状化処理については、鋼部材の表面炭素濃度によって保持時間や上下させる回数を調整する必要がある、必要に応じて複数回A<sub>1</sub>を上下させることが好ましい。

【0027】次に、このような炭化物球状化処理を行なった鋼部材を、前述の高炭素濃度浸炭温度T1以下の温度T3に再加熱して浸炭焼入れ若しくは浸炭窒化焼入れを施す。この焼入れの温度T3を高炭素浸炭温度T1以下にするのは、T3>T1であると、折角析出した炭化物が再度固溶して所望の表面硬さが得られないためである。かくして得られた鋼部材の最表面は初期にCrが内部酸化して炭化物の核が生成されにくいので、炭化物析出層の表面に深さ3～15μmの炭化物未析出層が形成されている。

【0028】次にこの炭化物未析出層を最表面に備えた鋼部材に対して低温浸硫処理を施して、炭化物未析出層の深さの範囲内で浸硫層を形成する。この浸硫層の深さは2～10μmである。

【0029】次に本発明による耐摩耗性の優れた鋼部材の製造方法の具体例について説明する。

【0030】具体例1：ピッチング試験片として、試験部の直径が26mm、長さ130mmの鋼部材(SCM420B)を用意した。各試験片に対し、CP=1.2%、浸炭温度T1=900℃で3時間高炭素濃度浸炭処理を施して、最表面のCrを内部酸化した後、RXガス中でA<sub>1</sub>点以下まで冷却する。次に炭化物球状化処理として、CP=0.8%、温度T2u=740℃で30分間保持した後、降温して同じCP=0.8%、温度T2b=680℃で30分間保持した。この炭化物球状化処理を2回繰り返した後、この鋼部材を再加熱し、CP=0.8%、温度T3=870℃で30分保持して浸炭処理を施し、次にこの鋼部材に対しオイル焼入れを行なった。かくして得られた鋼部材の最表面には、深さ3μmの炭化物未析出層が形成された。なお、浸炭窒化焼入れを行なう場合には、上記の浸炭ガス雰囲気中に適度の濃度、例えば数%のNH<sub>3</sub>ガスを添加して行なえばよい。

【0031】次にこの鋼部材に対し、含硫黄浴中で温度190℃において2分間低温浸硫処理を施し、炭化物未析出層内に硫黄を拡散させて、深さ2μmの浸硫層を形成した。

【0032】具体例2：具体例1において、高炭素濃度浸炭処理時間を5時間に延長した。この結果、Crの内部酸化の深さが増大し、炭化物未析出層の深さが5μmとなった。そしてこの炭化物未析出層に対し、温度190℃において5分間浸硫処理を施して、深さ5μmの浸硫層を形成した。

【0033】具体例3：具体例2において、高炭素濃度浸炭処理の温度を930℃まで高めた。その結果、炭化物未析出層の深さは12μmとなった。次にこの炭化物未\*

\*析出層に対し、温度190℃で10分間浸硫処理を施して、深さ10μmの浸硫層を形成した。

【0034】具体例4：具体例1において、高炭素濃度浸炭処理後空气中で冷却した。その結果、炭化物未析出層の深さは5μmとなった。

【0035】具体例5：具体例2において、再加熱浸炭処理におけるCPを0.4%に低下させた。その結果、最表面の炭化物が固溶化し、炭化物未析出層の深さは8μmとなった。

【0036】上記具体例1～4は、初期にCrを内部酸化させて炭化物の核を生成させないことによって炭化物未析出層を形成する方法であり、具体例5は、最表面の炭化物を固溶させることによって炭化物未析出層を形成する方法である。後者については、炭化物球状化処理においても同様のことが可能である。

【0037】比較例1：具体例1（炭化物未析出層深さ3μm、浸硫処理時間2分、浸硫層の深さ2μm）における浸硫処理時間を5分間に延長して、深さ5μmの浸硫層を形成した。

【0038】比較例2：具体例1において、高炭素濃度浸炭処理のみをCP=1.3で900℃で2時間行ない、以下同様に処理した場合、炭化物未析出層の深さは2μm未満に減少した。この鋼部材に対し、具体例1と同様に、温度190℃で2分間浸硫処理を施して、深さ2μmの浸硫層を形成した。

【0039】以上のような処理を施した各試験片に対し、それぞれピッチングテストを行なって表1の結果を得た。ピッチングテスト条件は、面圧393Kg/mm<sup>2</sup>、滑り率60%、潤滑ATF(90℃)である。

【0040】

【表1】

	炭化物未析出層	浸硫層	ピッチング寿命	備考
具体例1	3μm	2μm	1000万サイクル以上	炭化物未析出層深さ ≥浸硫層深さ
具体例2	5μm	5μm	1000万サイクル以上	
具体例3	12μm	10μm	1000万サイクル以上	
比較例1	3μm	5μm	500万サイクル以上	炭化物未析出層深さ <浸硫層深さ
比較例2	2μm未満	2μm	500万サイクル以上	

【0041】表1から明らかなように、本発明を実施した試験片(具体例1～3)は、2つの比較例と比べて耐ピッチング特性が格段に向上している。

【0042】

【発明の効果】本発明による鋼部材は、表面層が炭化物の析出されない浸硫層よりなり、この浸硫層の下方に炭化物析出層が形成されているため、初期なじみ性の向上と、耐摩耗性の向上とを両立させることができる。

【0043】また、本発明の方法によれば、表面部に炭

化物を析出・分散させた浸炭焼入れ鋼において、最表面に形成される浸硫層の深さ以上の深さに炭化物未析出層をあらかじめ形成した後、この層の範囲内に浸硫層を形成させるように低温浸硫処理を行なっているので、初期なじみ性の向上と、耐摩耗性の向上とを両立させた鋼部材を得ることができる。

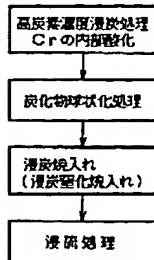
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を示すフローチャートである。

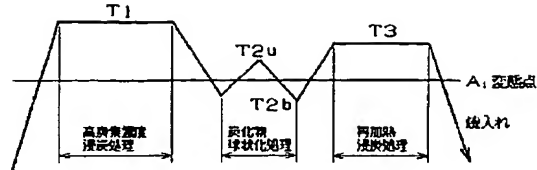
【図2】本発明の方法のうちの浸炭焼入れ工程の熱サイ

クルを示す説明図である。

【図1】



【図2】



THIS PAGE BLANK

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**